علم الفلك الأثري والتقنيات القديمة 2014، 2(2)، 1-18؛ http://aaatec.org/art/a_vl4



www.aaatec.org ISSN 2310-2144

إعادة بناء الساعات الشمسية المصرية القديمة

لاريسا ن. فودولاجسكايا

قسم فيزياء الفضاء، الجامعة الفيدرالية الجنوبية (SFU)، روستوف أون دون، الروسية

الاتحاد؛ البريد الإلكتروني: larisavodol@aaatec.org، larisavodol@gmail.com

خلاصة

يعرض المقال نتائج دراسة السمات التصميمية للمزولات الشمسية المصرية القديمة الرأسية وعلى شكل حرف L، وتطوير نماذجها، والتي تم على أساسها إعادة بناء المزولة الشمسية. يُقترح أيضًا مخطط أصلي لطريقة بسيطة لقياس الوقت بدقة إلى حد ما بمساعدتهم. النموذج الذي اقترحناه، والذي يصف المزولة الشمسية العمودية، هو عبارة عن مزولة عمودية ذات عقرب مائل يأخذ في الاعتبار خط عرض المنطقة. النموذج المقترح من قبلنا يتميز بوضع علامات على خطوط الساعة من الساعة 6 إلى الساعة 12 كل ساعة. ومن الساعة 12:00 يتم إجراء تغيير في وضع علامات على خطوط الساعة لمدة نصف ساعة، ومن ثم يتم تكرار وضع العلامات كل ساعة. نتيجة لإعادة بناء الساعة الشمسية العمودية، قمنا بتطوير واقتراح نموذج يصف ميزات التصميم وتشغيل نوعين من الساعة الشمسية على شكل حرف L. كان عليهم العمل جنبًا إلى جنب مع عقرب الساعة المائل، مثل الساعة الشمسية العمودية، أو مباشرة مع الساعة الشمسية العمودية. في هذه الحالة، يمكن للمزولة الشمسية على شكل حرف L أن تكمل المزولة العمودية من خلال توفير القدرة على قراءة علامات الساعة وتفسير قراءات المزولة الشمسية العمودية، حيث لم تكن هناك نقوش على المزولة الشمسية العمودية. يقدم المقال أيضًا فك رموز النقش الموجود بمقبرة سيتي الأول، والذي أثار اهتمام الباحثين لفترة طويلة. ثبت أن النقش يحتوي على أطوال الفترات الفاصلة بين العلامات المتجاورة للمزولة الشمسية على شكل حرف L من النوع الثاني، حيث لا تتوافق الفترة الأولى مع ساعة واحدة، بل مع نصف ساعة.

الكلمات المفتاحية: الساعة الشمسية، النموذج، الطرق الفلكية، علم الفلك الأثري، مصر القديمة.

مقدمة

وصلت تقنيات مصر القديمة، بما في ذلك قياس الوقت، إلى مستوى عال. في مصر القديمة، كانت هناك ساعات مائية وساعات شمسية، والتي كان لها تصميم مختلف: ساعات شمسية عمودية على شكل حرف L، ومتدرجة. يتم تخزين أمثلة على هذه الأدوات في متاحف القاهرة وبرلين.

يعود أقدم دليل مكتوب على وجود الساعة الشمسية في مصر القديمة إلى عهد الفرعون تحتمس الثالث (1473-1521 قبل الميلاد). قام هذا الفرعون بعشرات الحملات في آسيا والنوبة. وفي وصف إحدى المعارك في وادي مانيدو، التي خاضها خلال حملته الأولى في آسيا، هناك إشارة إلى أن الجيش انطلق عند الظهر، عندما "ينقلب" ظل الشمس [1]، [2]، [3]. ويعتقد أن هذه اللحظة لا يمكن تحديدها إلا من خلال الساعة الشمسية.

ومع ذلك، إذا كان أول ذكر للمزولة الشمسية المصرية القديمة لا يزال مرتبطًا باسم تحتمس الثالث، فكما يشير عالم المصريات دي جي بريستد بحق ،[4]فإن هذا لا يعني أنه لم تكن هناك ساعات شمسية في مصر القديمة قبله. .



الشكل .1الساعة الشمسية المصرية (القرن الثالث عشر قبل الميلاد).

ويوجد أيضًا في مقبرة سيتي الأول 1300)ق.م) صورة لساعة شمسية[7]. توجد حاليًا عدة أمثلة على الساعة الشمسية المصرية مخزنة في متاحف مختلفة حول العالم. يحتوي المتحف المصري ببرلين على مزولة شمسية من حجر الأردواز الأخضر ترجع إلى عهد تحتمس الثالث ومزولة بالفيوم يرجع تاريخها إلى الفترة من 1000إلى 600قبل الميلاد .[8]وهناك مزولة شمسية أخرى معروفة من عهد الفرعون مرنفت 1239-1258) ق.م.) والتي عثر عليها في فلسطين (شكل .[9] (1على مزولة شمسية من فلسطين، تم رسم خطوط الساعة المنبثقة من المركز على سطح مستو. في العصور القديمة، تم استخدام هذه الساعة الشمسية لتحديد الوقت، وكذلك الساعة الشمسية الحديثة بمساعدة

اتجاه الظل.

ويعتقد أن التقسيم إلى ساعات ظهر لأول مرة في مصر. بالفعل من 2100قبل الميلاد.
وكان الكهنة المصريون يقسمون اليوم إلى 24ساعة[5]. إلا أن طول الساعة يتغير باستمرار على مدار العام وكان يساوي 1/12من الوقت من شروق الشمس إلى غروبها أو من غروبها إلى شروقها. وهكذا فإن مدة الساعة تتقلب حسب خط العرض والوقت من السنة .[6]وفقًا للمزولة الشمسية الرأسية في مصر القديمة، لم يتمكنوا من تحديد ساعات اليوم بدقة أكثر أو أقل إلا خلال الاعتدالين الربيعي والخريفي؛ وفي أحيان أخرى أظهروا ساعات اليوم تقريبًا.

في عام 2013، أثناء الحفريات الأثرية في وادي الملوك، اكتشفت بعثة من جامعة بازل (سويسرا) بقيادة س. بيكل وإي. بولين-غروث بلاطة من الحجر الجيري بها فتحة وخطوط على شكل مروحة تتباعد عنها (الشكل .(2اقترح مؤلفو الاكتشاف أنها كانت مزولة.

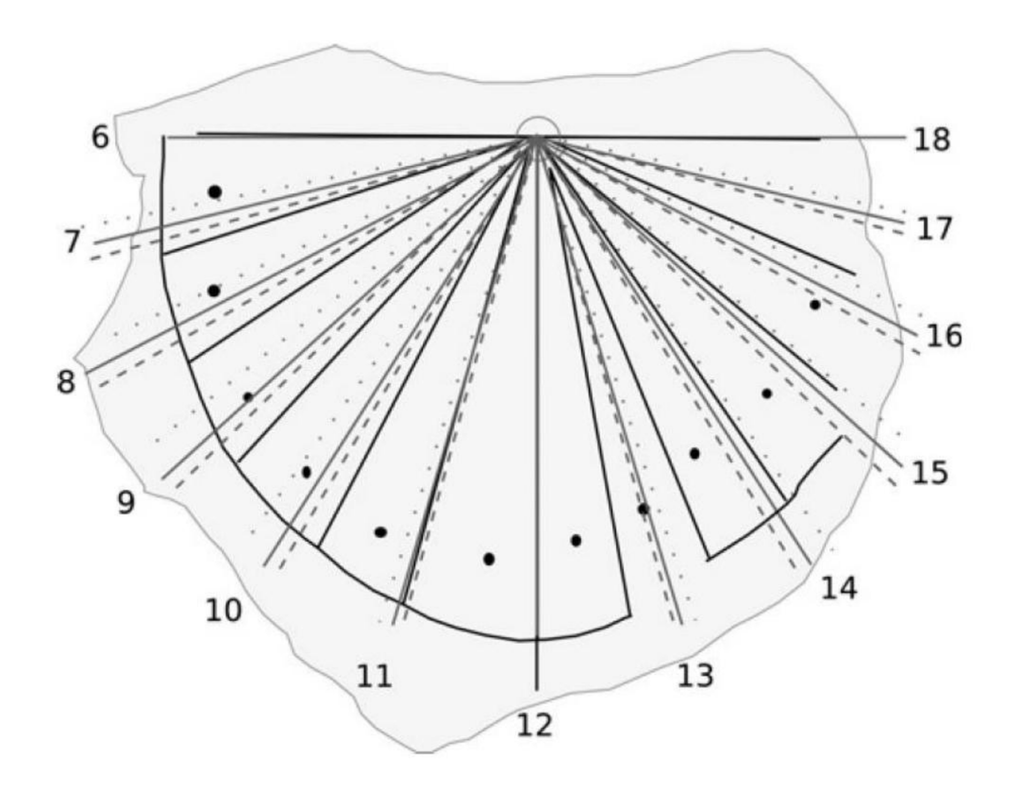


الشكل .2بلاطات من الحجر الجيري تم اكتشافها أثناء التنقيبات الأثرية في وادي الملوك1

كانت الساعة الشمسية عبارة عن قطعة نصف دائرية من الحجر الجيري المحلي. الجزء الأمامي مسطح نسبيًا، بينما الجزء الخلفي غير مستوي للغاية.
الأبعاد هي 15,5سم ارتفاعًا، و5,71 سم عرضًا، وأقصى عمق 3,6سم. الحافة اليمنى العلوية من الصورة مقطوعة. الاتصال الهاتفي مطلي باللون الأسود في المقدمة.
ويتكون من خط أفقي يتم في وسطه حفر حفرة بعمق حوالي 10ملم وقطر حوالي 6ملم. تم إرفاق عقرب هنا، والذي لم يتم العثور عليه. يمكن أن يكون قضيبًا خشبيًا أو برونزيًا أو رصاصيًا.

في حالة الساعة الشمسية العمودية، يمكن تثبيت عقرب الساعة إما أفقيًا أو بشكل غير مباشر على طول محور دوران الأرض. يشير الخط الأفقي الموجود على البلاط إلى خطي الساعة 6صباحًا (يسار) و6 مساءً (يمين). يمتد خط منتصف النهار (الساعة 12ظهرًا) تقريبًا بزوايا قائمة 91)درجة أو 89درجة) إلى الخط الأفقي. تم تحديد خمسة خطوط ساعات أخرى بينهما، من الثقب إلى حافة البلاط. يتم رسم نقطة في كل قطاع. خلف النصف الأيسر من الخط المحيط، يمكنك رؤية الخط الأول الذي تم مسحه. كما تظهر بداية الخط غير المكتمل على المائل الأول على اليمين .[10] (17:00)

1 "تمهيدي http://aegyptologie.unibas.ch/forschung/projekte/university-of-basel-kings-valley-project/report-2013/
تقرير عن الأعمال المنجزة خلال موسم 2013"، شكل 5(تم الدخول بتاريخ 2014/08/01)



الشكل .3بلاطة من الحجر الجيري من وادي الملوك، مرسومة بخطوط ساعات مطبقة محسوبة لمزولة شمسية عمودية مع عقرب أفقي. تم اختيار خط الظهر كنقطة الصفر. الخطوط الموجودة على بلاط الحجر الجيري تظهر في الرسم كخطوط صلبة سوداء، خطوط الساعة المحسوبة للاعتدال تظهر كخطوط صلبة رمادية، بالنسبة للانقلاب الصيفي -

خطوط رمادية منقطة، للانقلاب الشتوي -خطوط رمادية من النقاط .[11]

في عام 2014، تم نشر دراسة أجراها S. Bickel وR. Gautschy، حيث لاحظوا أن أكبر تطابق مع الخطوط الموجودة على البلاط يتم الحصول عليه من خلال خطوط الساعة المحسوبة للمزولة الشمسية العمودية، الموجهة نحو الجنوب، والمائلة عقرب موجه على طول محور دوران الأرض. وفي الوقت نفسه، لاحظ الباحثون أن التطابق الجيد بين الخطوط المحسوبة وتلك المرسومة على البلاط يتم ملاحظته فقط في النطاق من 7 إلى 12 ظهرا.

لم يتمكن مؤلفو الدراسة من تفسير التطابق السيئ بين الساعة 12 والساعة 17، وخلصوا إلى أن الخطوط الموجودة على البلاط تقريبية وربما تنتمي إلى نوع آخر من الساعات -وهي مزولة عمودية مع عقرب أفقي. ومع ذلك، فإن خطوط الساعة المحسوبة من قبلهم لهذا النوع من الساعات تتزامن أيضًا بشكل سيئ مع الخطوط الموجودة على البلاط (الشكل 3) .[12]

كان الهدف من الدراسة المقدمة في هذا المقال هو إعادة بناء وتطوير نموذج للمزولة الشمسية التي تصف المزولة التي تم العثور عليها من وادي الملوك بدقة أكبر من النموذج المقترح سابقا، فضلا عن إعادة بناء طرق قياس الوقت باستخدام الرأسي و الساعات الشمسية على شكل حرف Lفي مصر القديمة.

مزولة عمودية من وادي الملوك

وفي عملية البحث، قمنا بتحليل علامات الساعة الشمسية من وادي الملوك. بعد إجراء حسابات للساعات الشمسية الأفقية والرأسية، توصلنا إلى استنتاج مفاده أن علامات الساعات التي تم العثور عليها تشبه إلى حد كبير علامات الساعة الشمسية العمودية مع عقرب مائل، خاصة في النطاق من 6 إلى 12 ساعة. عند دراسة الخطوط المرسومة على بلاطة الحجر الجيري يمكن ملاحظة عدم تناسق قطاعات نصف الدائرة بالنسبة للخط المركزي (خط الظهيرة المفترض). إذا كانت هذه الخطوط على البلاط كل ساعة، فسيكون الخط المركزي هو خط الساعة 12، والقطاعات المتماثلة بالنسبة له، والتي تشكلها الخطوط المرسومة، يجب أن يكون لها أبعاد زاويّة متساوية. كجزء من هذه الدراسة، ومن أجل شرح عدم تناسق القطاعات، تم طرح فرضية مفادها أنه يمكن رسم خطوط الساعة ليس فقط لساعات كاملة، ولكن أيضًا لفترات زمنية أكبر أو أقل من ساعة بنصف ساعة.

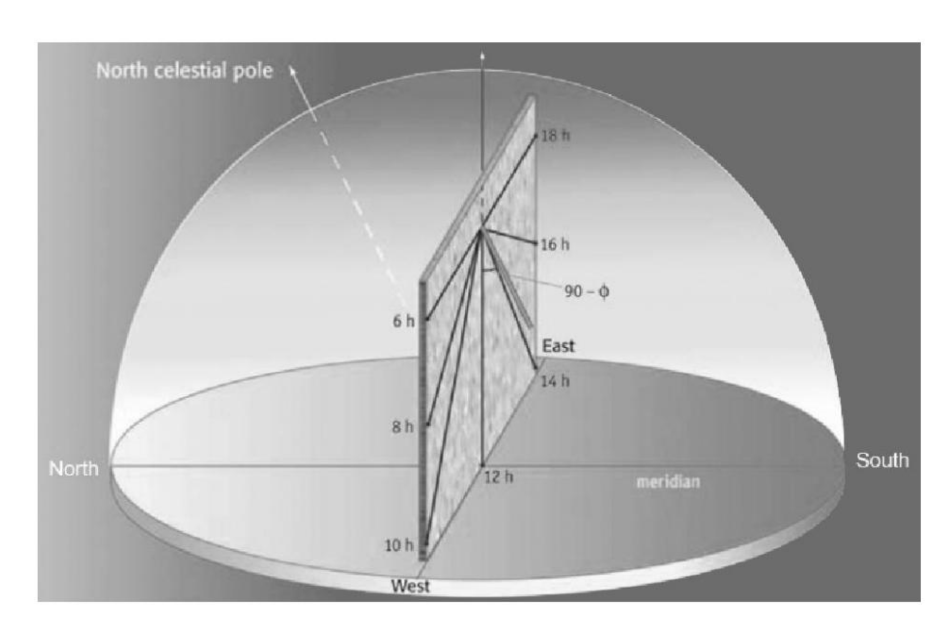
تتم الإشارة إلى حقيقة أنه يمكن قياس نصف ساعة وأخذها في الاعتبار من خلال النقاط المرسومة تقريبًا في منتصف كل قطاع بين الخطوط الموجودة على البلاط (الشكل 2، 3). لاختبار الفرضية، تم حساب زوايا الساعة كل نصف ساعة باستخدام الصيغة القياسية 1 للمزولة الشمسية الرأسية مع عقرب مائل :[13]

، (1)

أين

-زاوية ساعة الشمس (عند الظهر t=12، H=0°)، t - الوقت - الزاوية التي يشكلها خط الساعة مع خط الظهر، - φ خط العرض (الشكل 4). (ساعات)، ح

نتائج حساب قيم زوايا الساعة في المدى من 6 إلى 18 ساعة لخط العرض الجغرافي لوادي الملوك (مصر) φ = 25°44' N معروضة في الجدولين 1 و 2. قام الباحثون السويسريون بقياس وحساب زوايا الساعة بالنسبة إلى خط الساعة السادسة. في الجدول، يتم إعادة حساب زوايا الساعة بالنسبة إلى خط الظهر.



الشكل 4. مخطط يوضح مبدأ تشغيل الساعة الشمسية العمودية مع عقرب مائل .[14]

متوسط الانحراف لزوايا الساعة المحسوبة عن الزوايا المقاسة في المدى من 7 إلى 12 ساعة هو 0,8° (الجدول 1). في النطاق من 12:00 إلى 17:00، يكون متوسط انحراف زوايا الساعة المحسوبة عن الزوايا المقاسة هو 5,7° (للساعات الكاملة)، و1° لمدة نصف ساعة. وتكون قيمة متوسط انحراف زوايا الساعة المحسوبة عن الزوايا المقاسة، مع مراعاة التحول بمقدار نصف ساعة بعد الظهر، قريبة من قيمة متوسط الانحراف قبل الظهر دون تحول.

على صورة بلاطة من وادي الملوك، وفقا للحسابات، تم تطبيق خطوط الساعات المقابلة للساعات الكاملة في المدى من 6 إلى 12 ساعة وخطوط الساعات المقابلة لنصف الساعة في المدى من 12,5 إلى 16,5 ساعة (الشكل 5). عند رسم الخطوط على صورة فوتوغرافية، تمت محاذاة رؤوس خطوط الساعة المحسوبة مع رؤوس الخطوط المقابلة في صورة البلاط.

الجدول 1. زوايا الساعة للمزولة الشمسية العمودية مع عقرب مائل قبل الظهر لـ خط العرض 44.250 شمالاً [15]: H -زاوية الساعة للشمس، H/ -زاوية الساعة للمزولة الشمسية المحسوبة بالصيغة 1، Hf -زاوية الساعة المقاسة على بلاطة من وادي الملوك (نسبة إلى خط الظهيرة)، H// -زاوية الساعة للمزولة الشمسية المحسوبة للاعتدالات (المعاد حسابها نسبة إلى خط الظهر) [16]، t -الوقت.

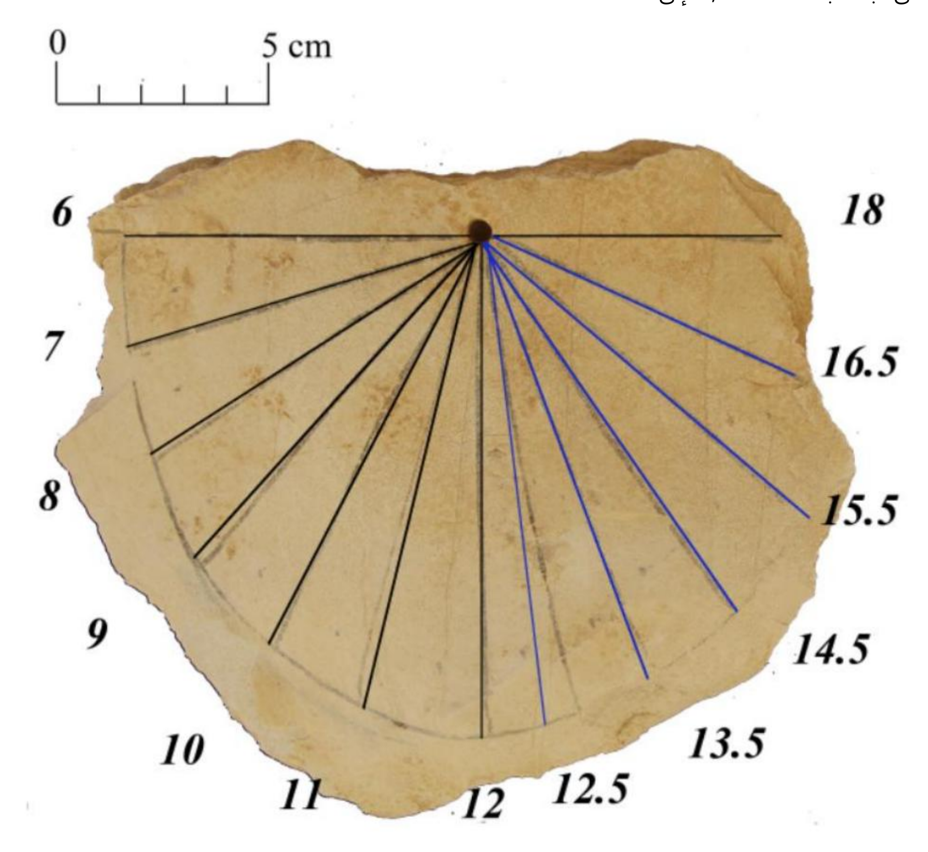
	ر، (ساعة)												
	6,0	6,5		7,5	8,0			9,0			10,0	10,5 11,0	12,0
				(°) -90,0 -82,5 -75,0 -67,5 -60,0 -52,5 -45,0 -37,5 -30,0 -22,5 -15,0 - 7,5 ح،									0,0
	-	-		-	-57,0	-	-43,0	-		-	-14,0	-30,0 التردد العالي، (درجة)	0,0
				، (°) -90,0 -81,7 -73,4 -65,3 -57,3 -49,6 -42,0 -34,7 -27,5 -20,5 -13,6 -6 ,8 ح/									0,0
	-	-		-	-57,5	-		-		-	-13,5	-27,5 ح//، (درجة)	-42,0
ح/ - هف|	-	-		-	0,3	-		-		-	0,4	0,5	0,0
- Hf|ح //|	-	-		-	0,5	-		-		-	0,5	0,5	0,0

الجدول 2. زوايا الساعة للمزولة الشمسية العمودية مع عقرب مائل بعد الظهر لخط العرض 44.250 شمالاً: ح -زاوية الساعة للشمس، ح/ -زاوية الساعة (نسبة إلى خط الظهيرة): الساعة الشمسية محسوبة بالصيغة 1، Hf -زاوية الساعة المقاسة على بلاطة وادي الملوك، H// -زاوية الساعة للمزولة الشمسية المحسوبة في الاعتدالات (المعاد حسابها بالنسبة إلى خط الظهر)، ر -الوقت.

	ر، (ساعة)												
	12,0	12,5					13,0 13,5 14,0 14,5 15,0 15,5 16,0 16,5 17,0 17,5 18,0						
ح، (درجة)		7,5					15,0 22,5 30,0 37,5 45,0 52,5 60,0 67,5 75,0 82,5 90,0						
التردد العالي، (درجة)	0,0	10,0						10,0 21,0 21,0 34,0 34,0 49,0 49,0 66,0 66,0					
ح/ ، (°)		6,8					13,6 20,5 27,5 34,7 42,0 49,6 57,3 65,3 73,4 81,7 90,0						
ح //، (درجة)		0,0	-		-		42,0	-	57,5	-		-	23,5
ح/ - هف|0,0		3,2	-	0,5	-	0,7	-	0,6	-	0,7	-	-	-
0,0 |ح //|Hf -		-	3,5	-	6,5	-	8	-	8,5	-	7,5	-	-

وتجدر الإشارة أيضًا إلى أن خط الساعة عند الساعة 12,5 يتم تطبيقه بلا مبالاة على البلاط. من الممكن أن يكون الوقت من 12 إلى 13,5 ساعة يتوافق مع راحة منتصف النهار للعمال الذين تم اكتشاف هذه الساعة الشمسية بجانب مسكنهم الحجري. ويبدو أنه بعد الراحة بعد الظهر، تم تقسيم وقت العمل، تمامًا كما كان قبل الظهر، إلى ساعات كاملة. في الوقت نفسه، بدأت ساعة العمل الأولى عند 13.5 ساعة، وكل ساعة لاحقة - بالضبط بعد ساعة واحدة. في الساعة 16.5، انتهى يوم العمل على الأرجح، حيث لا توجد خطوط ساعات أو

علامات نقطية على البلاط بعد الساعة 16,5 إلى الساعة 18.

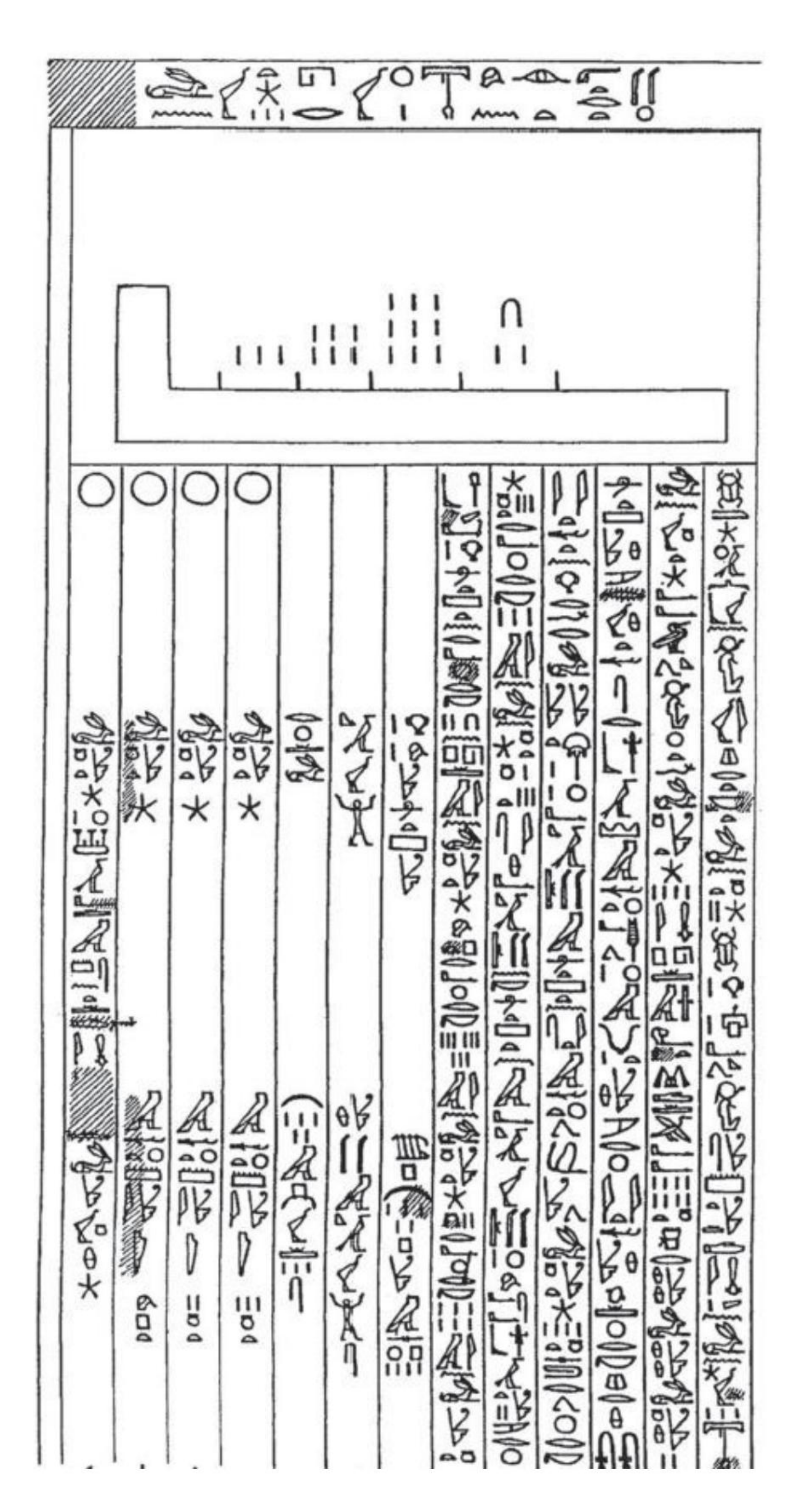


الشكل 5. بلاطة من الحجر الجيري من وادي الملوك، صورة فوتوغرافية مع خطوط الساعة المطبقة عليها، خطوط الساعة المحسوبة قبل الظهر (خطوط سوداء) وخطوط الساعة المحسوبة مع تحول نصف ساعة بعد الظهر (خطوط زرقاء).

تم تخصيص وقت الظهر وربطه بالراحة وتناول الطعام في العديد من التقاليد. لذلك، على سبيل المثال، من المعروف أنه في اليونان القديمة، بدأ يوم العمل عند الفجر واستمر حتى الظهر، والذي يمثل نهاية ساعات العمل (Anth. Pa1., X, 43 - Anthologia Palatina). وقت الغداء في روما القديمة (مارت، الرابع، 8 - ماركوس فاليريوس مارتياليس)، وقع في فترة قريبة من الظهر [17]. في العديد من البلدان ذات المناخ الحار، لا تزال راحة منتصف النهار - القيلولة - منتشرة على نطاق واسع. ولعل علامات الساعة الشمسية الموجودة في وادي الملوك هي من أقدم الأدلة على وجود هذا التقليد والتي تعود إلى عصر مصر القديمة.

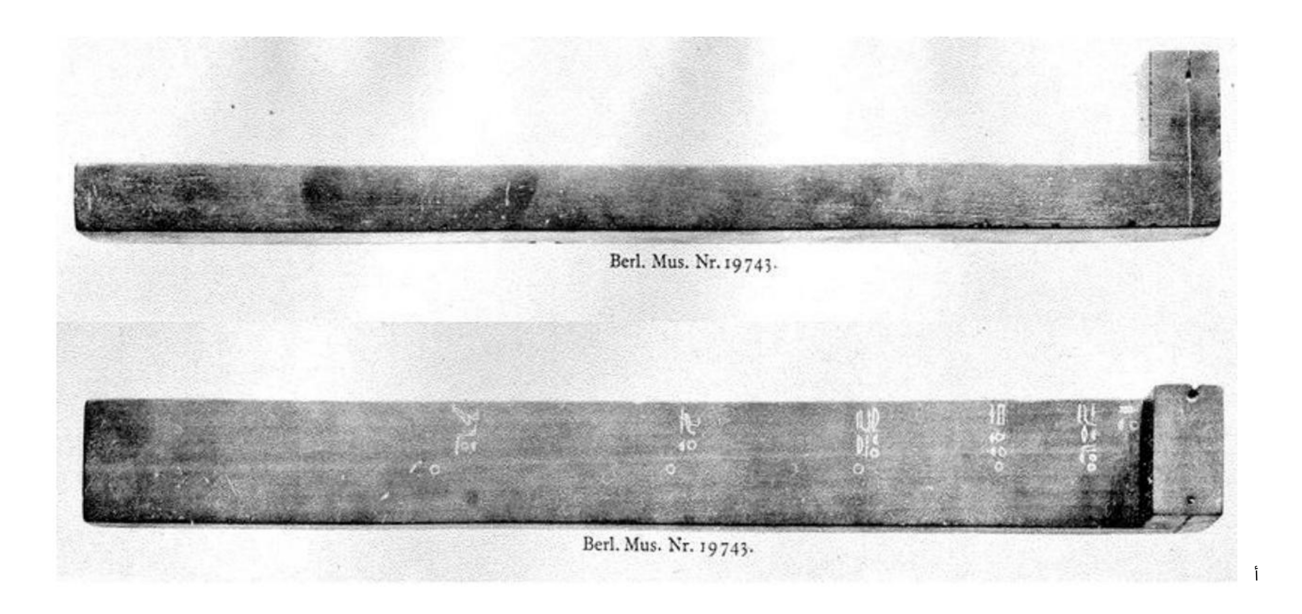
مزولة على شكل حرف L

إن صورة الساعة الشمسية على شكل شريط على شكل حرف Lمن مقبرة سيتي الأول معروفة جيدًا (الشكل 6).



الشكل 6. صورة لساعة شمسية على شكل حرف Lمن مقبرة سيتي الأول في أبيدوس [18]

الساعة الشمسية على شكل حرف Lوالمصنوعة من حجر الأردواز الأخضر والتي يرجع تاريخها إلى عهد تحتمس الثالث محفوظة في المتحف المصري ببرلين تحت رقم الانضمام 19744، ومزولة شمسية بالفيوم يرجع تاريخها إلى 1000-600قبل الميلاد، مخزنة تحت رقم الجرد 19743 (الشكل 7) [19].



أ



ب

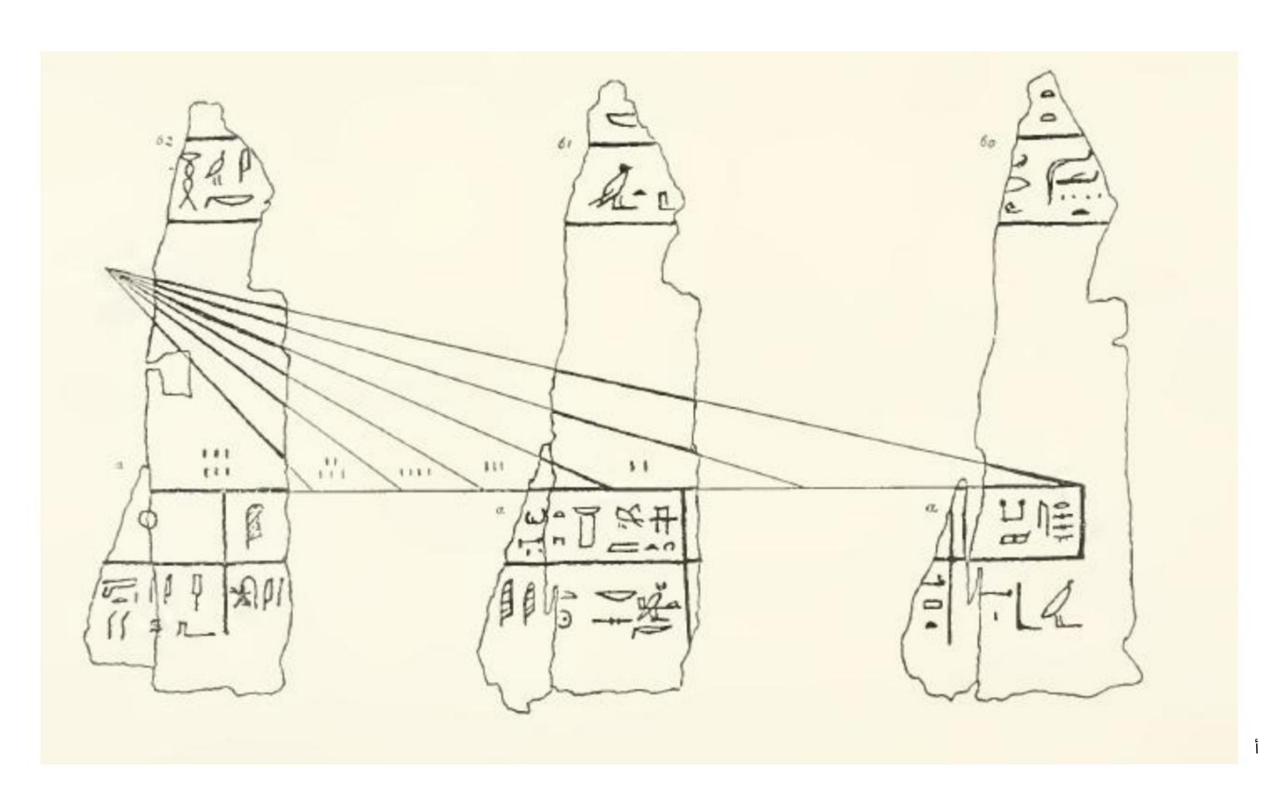
الشكل 7. مزولة شمسية بمقياس خطي: أ -مزولة على شكل حرف Lبرقم الجرد 197432،
ب -مزولة شمسية على شكل حرف Lتحمل رقم الجرد 197443 .

ومن المعروف أيضًا في العالم العلمي جزء من بردية من تانيس من العصر الروماني، والتي يوجد في الجزء العلوي من الرسم خطوط تشبه خطوط الساعة لساعة رأسية، وتحتها، على الأرجح، تم تصوير جزء من مزولة شمسية على شكل حرف L(الشكل 8أ) [20]. إن قطعة البردي التي تحتوي على الجزء العلوي من الساعة الشمسية على شكل حرف Lومركز الخطوط المتباعدة على شكل مروحة مفقودة للأسف.

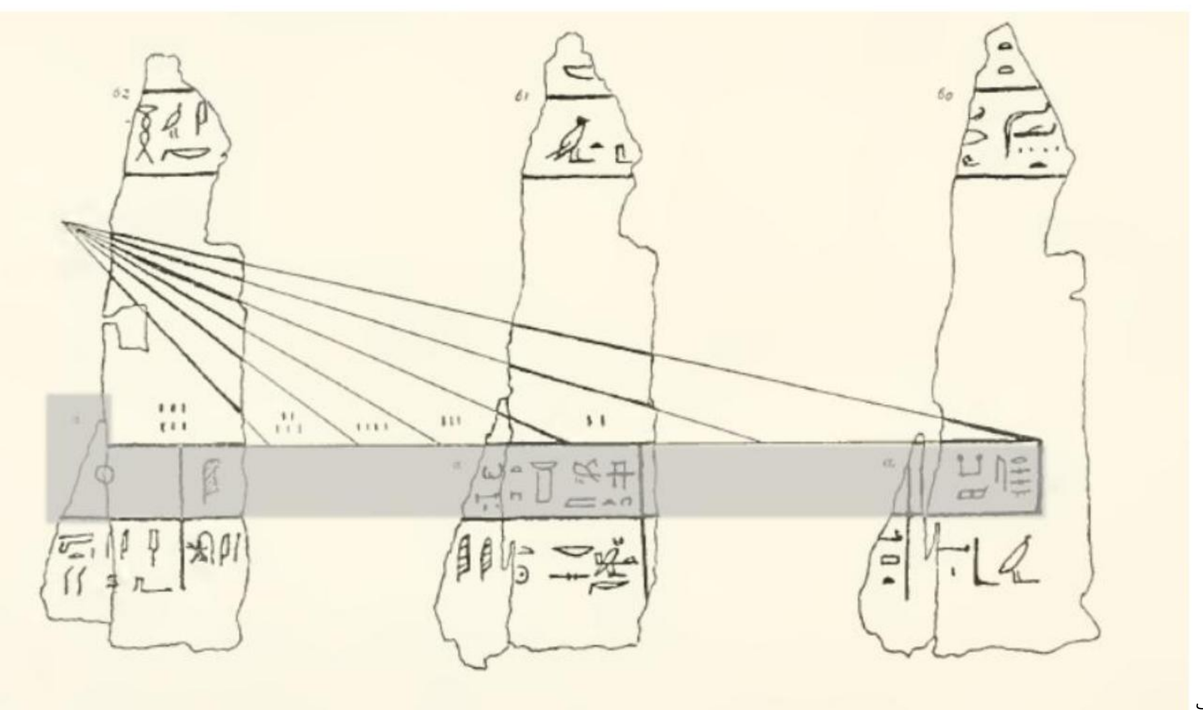
وكجزء من هذه الدراسة، تم اقتراح إعادة بناء صورة أكثر اكتمالا، وهو موضح في الشكل 8ب. في الجزء السفلي من الشكل، باللون الرمادي، تم تصوير مزولة شمسية على شكل حرف L، كما في الشكل 7، دون أي عارضة أو قضيب إضافي. في الجزء العلوي من الشكل، عند هذه النقطة

2 http://members.aon.at/sundials/berlin-egypte.htm (تم الوصول إليه بتاريخ 01.08.2014)
3 http://www.aegyptisches-museum-berlin-verein.de/c31.php (تم الوصول إليه بتاريخ 01.08.2014)

حيث تتقارب الخطوط على شكل مروحة، ويفترض مكان تعلق العقرب، والخطوط على شكل مروحة هي خطوط ساعات الساعة الشمسية العمودية، تشبه الخطوط الموجودة على البلاط من وادي الملوك.



أ



ب

الشكل .8قطعة من البردي، والتي من المفترض أنها تصور مزولة عمودية (إعادة بناء جزئية بواسطة فليندرز بيتري :([21]أ -رسم لقطعة من البردي، ب -إعادة بناء صورة مزولة على شكل حرف L(مظللة باللون الرمادي) على نفس قطعة البردي.

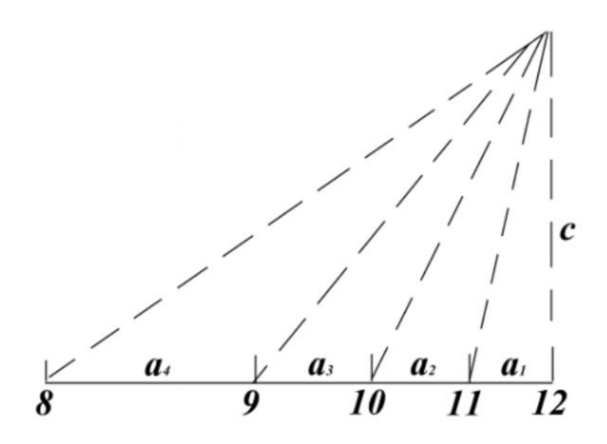
بناءً على هذا التفسير للصور، يمكن الافتراض أنه تم استخدام مزولة شمسية عمودية جنبًا إلى جنب مع مزولة شمسية على شكل حرف L. ولاختبار هذا الافتراض، قمنا بحساب الأطوال النسبية للقطاعات ai (النسب ai/a1) التي تكونت من تقاطع خطوط الساعات المجاورة لمزولة شمسية رأسية مع عقرب مائل في النطاق من الساعة 8 إلى الساعة 11 مع خط متعامد مع الساعة. خط الظهر حسب الصيغة 2 (الشكل 9):

(2)

(H0=0 وخط الساعة i، المحسوب بالصيغة 1؛ i - رقم خط الساعة، حيث i=1 لخط الساعة عند الساعة 11، و i=4 عند الساعة 8؛ ai - طول المقطع الذي يحده (i-1) - خطي الساعة و i-th، الموافقين إلى خط الساعة i.

حيث مرحبا / - زاوية الساعة بين خط الظهر /

وترد نتائج الحسابات وفقا للصيغة 2 في الجدول 3.



الشكل 9. مخطط يوضح موقع القطع ai المتكونة من تقاطع خطوط الساعة المتجاورة من الساعة 8 إلى الساعة 12 مع خط عمودي على خط الظهيرة، ج - المسافة من مكان تعلق العقرب بالخط المتعامد إلى خط الظهر.

الجدول 3. الطول المحسوب للقطاعات ai بالنسبة إلى a1 لمزولة شمسية رأسية مع عقرب مائل لخط العرض φ=25°44'N: Hi/ - الزاوية بين خط الظهيرة وخط الساعة i، محسوبة بالصيغة 1، ti - الوقت المقابل لخط الساعة i، ai هو طول المقطع الذي يحده (i-1) - خطي الساعة i و i، ويقابل خط الساعة i.

أنا	1	2	3	4
تي ، (ساعة)	11	10	9	8
أهلاً، (°) /	13,6 0,24	1,00 15	42	57,3
تيراغرام (مرحبا /)		0,52		0,90 1,56
منظمة العفو الدولية /a1		27,5		1,57 2,72

وأجريت حسابات مماثلة لعلامات الساعة على البلاط الموجود في الوادي الملوك (جدول 4).

الجدول 4. الطول النسبي المحسوب للقطاعات ai للساعات الشمسية من وادي - Hf i =الزاوية المقاسة بين خط الظهيرة وخط / الملوك: مزخرفا التوقيت

الموافق لخط الساعة - ai ،طول القطعة التي يحدها - (i-1)خطي الساعة i أو ،والمتوافق مع خط الساعة .i

أنا	1	2	3	4
تي ، (ساعة)	11	10	9	8
،(ح) /	14	30	43	57
تيراغرام(مرحبا) /		0,25	0,58 0,93	1,54
منظمة العفو الدولية /a1		1,00	1,36 1,47	2,51

مع الأخذ بعين الاعتبار المعلمات الخطية للمزولة الشمسية على شكل حرف L من متحف برلين، تم تحديد المسافات بين علامات الساعة من الصور الفوتوغرافية (الجدول 5)، وتم حساب الأطوال النسبية للقطاعات بين علامات الساعة المجاورة (الجدول 6).

الجدول 5. المعلمات الخطية للمزولة الشمسية على شكل حرف L: ai - المسافة بين "i-1" و"i" علامات الساعة.

متحف عدد الساعات الشمسية	المسافة من بداية الشريط إلى الأول العلامة (سم)	أ1,	أ2,		a4, (سم)a3، (سم)	علامة على حافة الشريط، (سم)	المسافة من الأخير الطول الإجمالي 4,5 من الشريط, (سم)
رقم 19743	3,2	2,5	3,8	5,1	6,3	9,4	30,3
رقم 19744	2,9	2,4	3,4	4,3	5,7	4,5	23,2

الجدول 6. أطوال أجزاء الساعة الشمسية: - ai/a1 الطول النسبي للقطعة المقابلة لخط الساعة للمزولة الشمسية العمودية أو الطول النسبي للقطعة بين العلامات المتجاورة على الساعة الشمسية على شكل حرف L. I - مزولة عمودية مع عقرب مائل لخط العرض 44 250 شمالاً (وادي الملوك)، - II مزولة عمودية وجدت في وادي الملوك، III

-مزولة على شكل حرف L رقم 19743، IV - مزولة على شكل حرف L رقم 19744.

	a1/a1	a2/a1	a3/a1	a4/a1
أنا	1,00	1,42	1,79	2,72
ثانيا	1,00	1,52	2,04	2,51
ثالثا	1,00	1,36	1,47	2,52
رابعا	1,00	1,15	1,57	2,38

للمقارنة، قمنا أيضًا بحساب الطول المطلق للجزء الأول للمزولة الشمسية الرأسية عند مستوى حافتها السفلية باستخدام الصيغة 3:

تيراغرام ج= ل H1 / (3)

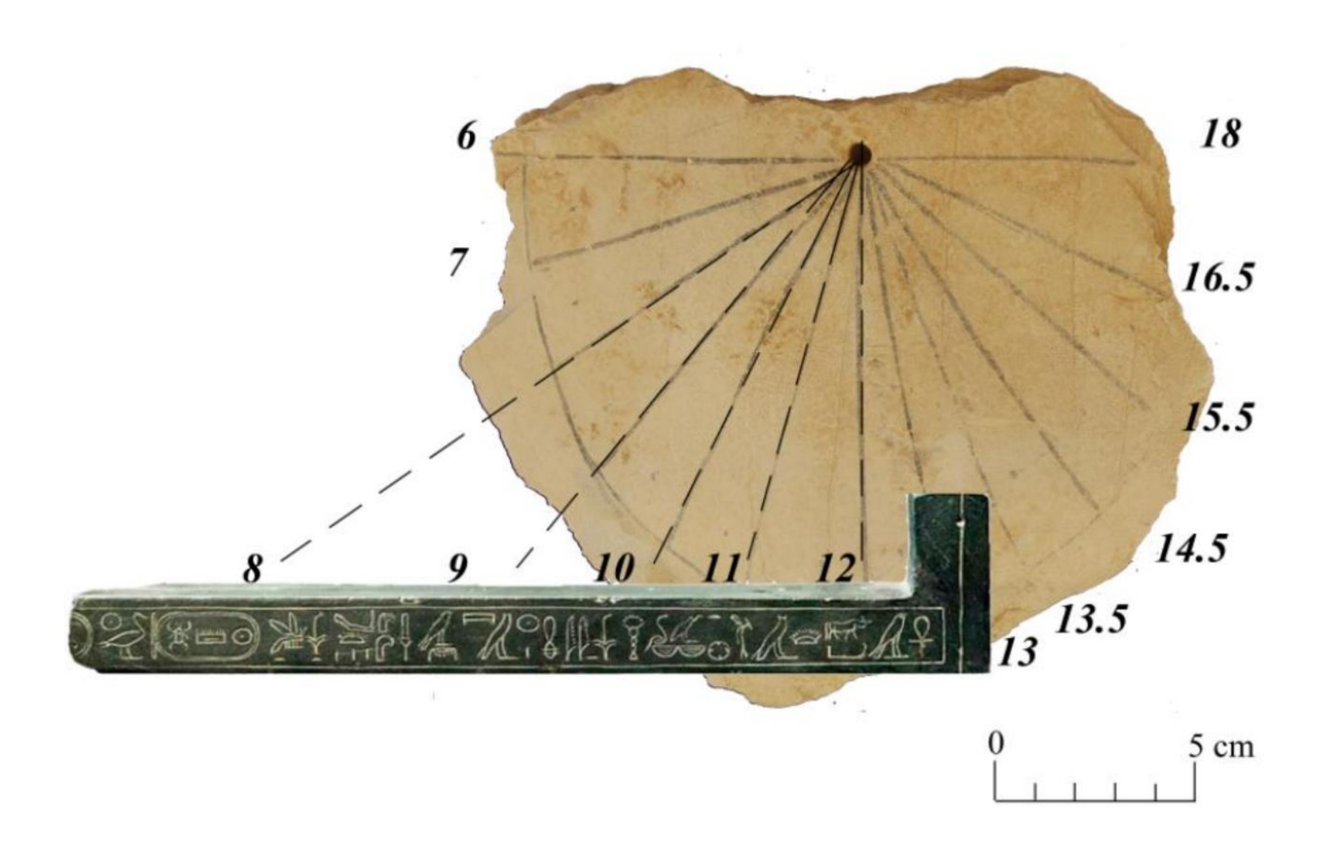
[4] http://members.aon.at/sundials/berlin-egypte.htm#1.2 (تم الوصول إليه بتاريخ 01.08.2014)

[5] http://www.aegyptisches-museum-berlin-verein.de/c31.php (تم الوصول إليه بتاريخ 01.08.2014)

حيث c=11,8(سم) -ارتفاع ملحق عقرب الساعة بالنسبة إلى الحافة السفلية للساعة هو زاوية الساعة 11
بلاطة من وادي الملوك (طول خط الظهر) H1
(بين خطي الساعة 12و 11ظهرا).

نتيجة للحسابات وفقًا للصيغة 4،بالنسبة لخط عرض 25°44شمالًا، نحصل على 2,86 l1=(سم) لمزولة شمسية رأسية ذات عقرب مائل و 2,94 l1=(سم) لوضع علامة على مزولة من وادي الملوك. عند الأخذ في الاعتبار ارتفاع شريط الساعة الشمسية على شكل حرف L،والذي، في حالة الساعة من متحف برلين، يساوي تقريبًا بوصة واحدة -وحدة الطول المصرية القديمة "جيبة" واحدة، تساوي 1875(سم)) ،[22]بالنسبة للمزولة العمودية نحصل على 2,4 l1=(سم) (أما المزولة رقم ،(19744وبالنسبة للمزولة الشمسية من وادي الملوك 2,5 l1=(سم) (أما المزولة رقم . (19743

كل هذه النتائج تدعم فرضية الاستخدام المشترك للمزولة الشمسية المصرية على شكل حرف Lوالمزولة الشمسية العمودية مع عقرب مائل. ويوضح الشكل 10هذا المزيج من خلال مزولة شمسية عثر عليها في وادي الملوك ومزولة شمسية على شكل حرف Lمن المتحف المصري في برلين.



الشكل .10مجمع مزولة عمودية مع عقرب مائل، وجدت في وادي الملوك، والمزولة الشمسية على شكل حرف Lرقم .19744

تكمل المزولة الشمسية على شكل حرف Lالمزولة العمودية من خلال إتاحة قراءة النقوش القريبة من علامات الساعة وتفسير قراءات المزولة العمودية وفقًا لذلك، حيث لا توجد نقوش على المزولة الشمسية العمودية. ربما تم تصميم مثل هذا الاستخدام المعقد لنوعين من الساعات الشمسية من أجل الحد من دائرة الأشخاص القادرين على تحديد الوقت

خلال النهار، بما في ذلك أوقات بداية ونهاية العمل خلال النهار، بواسطة الساعات الشمسية العمودية.

علم الفلك الأثري والتقنيات القديمة 2(2)، 1-18، 2014

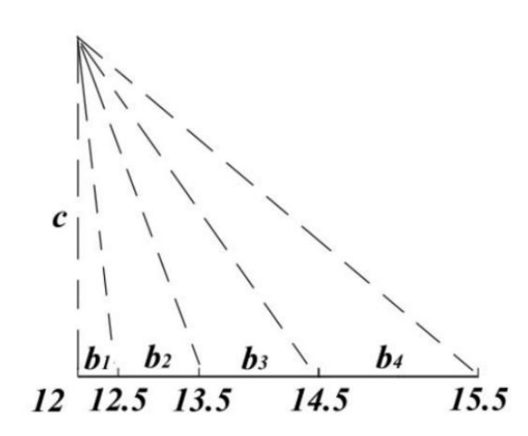
وفي مقبرة سيتي الأول في أبيدوس، فوق صورة مزولة على شكل حرف L، بجوار العلامات، توجد توقيعات على شكل أرقام مصرية: 12، 9، 6، 3(شكل 6). حتى الآن، لا توجد فرضية مرضية لشرح كيفية قياس الوقت بواسطة مزولة تحمل مثل هذه العلامات، وما تعنيه هذه الأرقام فعليًا.

في سياق هذه الدراسة، تم اقتراح أن هذه الأرقام يمكن أن تكون مرتبطة بالأطوال النسبية للقطاعات بين العلامات المتجاورة bi في حالة بدء العد التنازلي من خط الظهر، وخط الساعة الأولى يتوافق مع o 12,5'الساعة، والثانية إلى الساعة 13,5، وما إلى ذلك (الشكل 11). تم الحساب وفقًا للصيغة 4 المشابهة لـ

الصيغة 2:

(4)

حيث مرحبا/ -زاوية الساعة / -زاوية الساعة بين خط الظهر وخط الساعة ط H1 بين خط الظهر وخط الساعة الأولى، - i رقم خط الساعة، حيث i=1 لخط الساعة عند الساعة 12,5، و i=4 عند الساعة 15,5 ثانئية؛ -طول المقطع الذي يحده (i-1) - خطي الساعة و i، الموافق لخط الساعة i.



شكل 11. مخطط يوضح موقع القطع الثنائية المكونة من تقاطع خطوط الساعة المتجاورة من الساعة 12 إلى الساعة 15,5 مع خط متعامد على خط الظهر، ج -المسافة من مكان تعلق العقرب إلى الخط المتعامد مع خط الظهر .

يتم عرض نتائج الحسابات حسب الصيغة 5 للمزولة الشمسية العمودية مع عقرب مائل عند خط العرض 44 250 شمالاً (وادي الملوك، مصر)، في النطاق الزمني من 12 إلى 15,5 ساعة في الجدول 7.

الأطوال النسبية المحسوبة للقطع ثنائية، عند تقريبها إلى أعداد صحيحة وزيادتها بعامل ثلاثة، تعطي نفس سلسلة الأرقام كما في اللوحة الجدارية بمقبرة سيتي الأول: 12، 9، 6، 3. وبما أن هذه الأرقام قد عامل مشترك، فمن المنطقي أن نفترض أن اللوحة الجدارية لم تصور الأطوال النسبية للقطاعات، ولكن قيمها المطلقة، على سبيل المثال، الأطوال بالبوصات المصرية القديمة (الجيبة). ومن ثم، فإن سلسلة من الأرقام الموجودة على لوحة جدارية في مقبرة سيتي الأول تؤكد أيضًا وجود ساعة شمسية مصرية مع إزاحة علامات الساعة بمقدار نصف ساعة بعد الساعة 12 ظهرًا.

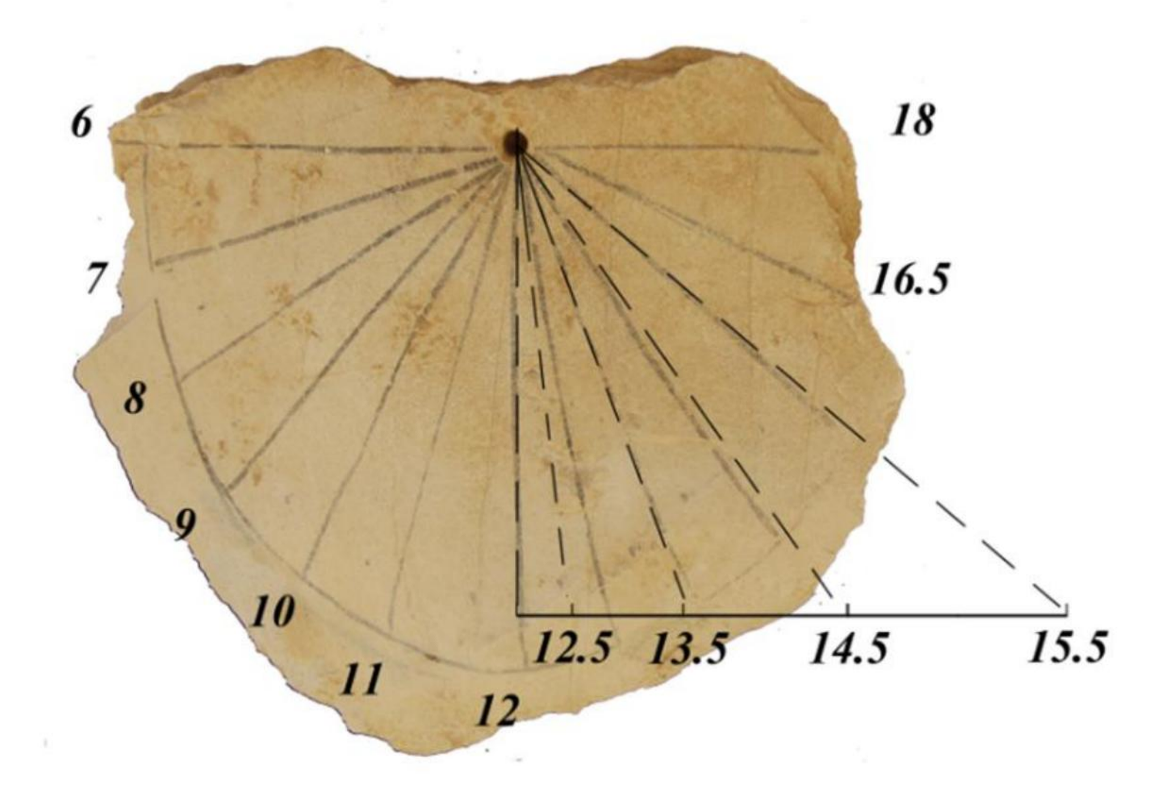
الجدول 7. الطول المحسوب للمقاطع ai بالنسبة إلى a1 لمزولة شمسية عمودية مع عقرب مائل لخط العرض Hi/ - φ=25°44'N: الزاوية بين خط الظهيرة وخط الساعة i، محسوبة بالصيغة 1، ti - الوقت المقابل لخط الساعة ai ، - طول الجزء الذي يحده (i-1) - خط الساعة وi، والمتوافق مع خط الساعة i.

أنا	1	2	3	4
تي ، (ساعة)	1,0	20,5	2,7	15,5
ح (/0)	0,12	13,5	0,69	49,6
/)	6,8	2,1	34,7	1,17
	12,5	0,37	14,5	4,0
	1	2	3	4
	3	6	9	12

تيراغرام(مرحبا

ثنائية 3×ةيئانث ةيئانث

الطريقة المقترحة لقياس الوقت بمساعدة مزولة على شكل حرف L لا تتعارض مع تعليمات استخدامها، الموضوعة على لوحة جدارية في مقبرة سيتي الأول تحت رسم مزولة، والتي تم الانتهاء من ترجمتها ونشرها في الجزء .[23]



الشكل 12. مجمع لمزولة شمسية عمودية مع عقرب مائل تم العثور عليها في وادي الملوك ومزولة شمسية على شكل حرف L مع علامات ساعة تم إزاحتها بمقدار نصف ساعة بعد الساعة 12 ظهرًا. توضح الخطوط المنقطة اتجاهات ظل عقرب الساعة المطابقة لعلامات الساعة الموجودة على الساعة الشمسية على شكل حرف L.

يوضح الشكل 12 الاستخدام المشترك للمزولة الشمسية العمودية (باستخدام مزولة وادي الملوك كمثال) ومزولة شمسية على شكل حرف L مع إزاحة علامات الساعة بعد الظهر بمقدار النصف ساعة.

ويبدو أنه تم استخدام الساعات الشمسية على شكل حرف ـL بدون إزاحة الساعات لقياس الوقت وتحديد بداية ونهاية العمل في الصباح، كما تم استخدام الساعات الشمسية ذات إزاحة نصف ساعة لتحديد ساعات الغداء والعمل بعد الساعة 12 ظهرًا.

خاتمة

ومن ثم، ونتيجة لهذه الدراسة، تم اقتراح تفسير جديد لعلامات الساعة الشمسية المصرية القديمة ذات العقرب المائل، الموجودة في وادي الملوك. تم التوصل إلى أن العلامات الموجودة على البلاط تمثل علامات الساعة لمزولة شمسية ذات عقرب مائل لخط عرض وادي الملوك، يقابلها نصف ساعة بعد الساعة 12 ظهرًا.

يمكن ربط وردية العمل التي مدتها نصف ساعة بساعة ونصف راحة للعمال بعد الساعة 12 ظهرًا -

قيلولة تقليدية، نموذجية للبلدان ذات المناخ الحار.

تم بالفعل العثور على علامة مماثلة مع تخصيص ساعة ونصف في فترة ما بعد الظهر على الساعة الشمسية في القرنين الثالث عشر والثاني عشر قبل الميلاد [24].

وفي إطار نموذجنا المقترح، فإن متوسط الخطأ في تحديد الساعة الشمسية من وادي الملوك هو 1° أو 4 دقيقة. الدقة المقدمة من موديلات R. Gautschy: و S. Bickel للمزولة الشمسية العمودية ذات عقرب مائل 3.9 درجة أو 15.6 دقيقة، ومع عقرب أفقي 6.6 درجة أو 42.8 دقيقة.

وبالتالي، فإن دقة النموذج المعاد بناؤه للمزولة الشمسية المصرية القديمة المقترحة في هذه المقالة، والموجودة في وادي الملوك، أعلى بشكل ملحوظ من دقة النماذج المقترحة في المقالة بواسطة S. Bickel و R. Gautschy، والتي تشهد لصالح حقيقة النموذج الموصوف في هذه المقالة.

تعرض المقالة أيضًا إعادة بناء تقنية قياس الوقت المشترك باستخدام مزولة شمسية على شكل حرف ـL ومزولة عمودية مع عقرب مائل. في عملية البحث، وجد أن هناك نوعين من الساعة الشمسية على شكل حرف ـL: مع علامات الساعة دون إزاحة قبل الظهر ومع تحول لمدة نصف ساعة بعد الظهر. المزولة الشمسية على شكل حرف L من هذين النوعين تكمل المزولة العمودية من خلال السماح بالنقوش بجوار الساعة

السطور التي يجب قراءتها.

Machine Translated by Google

مراجع

.1أنطونيادي إم علم الفلك المصري: منذ زمن الحداثة حتى نهاية العصر الإسكندري الأول. ص، .1934

[نبذة عن تاريخ صناعة الساعات]. لام، 2. Kann G. Kratkaya istoriya chasovogo iskusstva
1926.

[تاريخ الساعات من العصور القديمة إلى يومنا هذا]. موسكو: 3. Pipunyrov VN Istoriya chasov s drevnejshix vremen do nashix dnej
ناوكا، 1982، ص. 21.

.4بدايات قياس الوقت وأصول تقويمنا. Breamsted JH
في: الزمن وأسراره. سر. 1.نيويورك؛ ل.، .1936

.5بيكرمان إي. Xronologiya drevnego mira. "Blizhnij Vostok i antichnost". [التسلسل الزمني
العالم القديم. الشرق الأدنى والعصور القديمة]. -م، - 1976ص .11

.6بورشارت ل. Agyptische Zeitmessung، 1920

.7فرانكفورت هـ. النصب التذكاري لسيتي الأول في أبيدوس (جمعية الاستكشاف المصرية. التنقيب)
مذكرات ،(39لندن، 1933، المجلد 2، اللوحة 33.

.8بوردشارت ل. Altägyptische Sonnenuhren، ZÄS، 1911، المجلد. 48، ص 9-17.

[تاريخ الساعات من العصور القديمة إلى يومنا هذا]. موسكو: 9. Pipunyrov VN Istoriya chasov s drevnejshix vremen do nashix dnej
نوكا، 1982الشكل. 5.

ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige. Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 2014؛ 141(1): 3-14.
10. Bickel S.، Gautschy R. Eine

ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige. Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 2014؛ 141(1): 3-14،
6. .11أب. Bickel S.، Gautschy R. Eine

ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige. Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 2014؛ 141(1): 3-14.
12. Bickel S.، Gautschy R. Eine

.13روهر آر آر جيه. الساعات الشمسية: التاريخ والنظرية والممارسة. نيويورك: دوفر، 1996، ص. 65.

14. Savoie D. تصميم وبناء واستخدام الساعات الشمسية. سبرينغر، 2009، الشكل. 7.2.

ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige. Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 2014؛ 141(1): 3-14،
1. .15أب. Bickel S.، Gautschy R. Eine

ramessidische Sonnenuhr im Tal der Könige. Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde 2014؛ 141(1): 3-14،
1. .16أب. Bickel S.، Gautschy R. Eine

.17إيديلر إل. ليهربوش دير كرونولوجي. الناشر: أ. روكر، 1831، ص. 260.

.18فرانكفورت ه. النصب التذكاري لسيتي الأول في أبيدوس (جمعية الاستكشاف المصرية. التنقيب)
مذكرات ،(39لندن، 1933، المجلد 2، اللوحة 33.

.19بوردشارت ل. Altägyptische Sonnenuhren، ZÄS، 1911، المجلد. 48، ص 9-17.

.20سيمونز س. علم الفلك المصري القديم: ضبط الوقت وعلم الكونيات في الجديد
مملكة. جامعة ليستر، 1999، ص. 133.

.21جريفيث ف. .Flinders P. WM، Brugsch H اثنان من البرديات الهيروغليفية من تانيس.
لندن، تروبنر وشركاه، ١٨٨٩، ص. الخامس عشر.

.22كلاجيت م. العلوم المصرية القديمة: الرياضيات المصرية القديمة. الجمعية الفلسفية الأمريكية، 1999، ص 8-7.

.23سيمونز س. علم الفلك المصري القديم: ضبط الوقت وعلم الكونيات في الجديد
مملكة. جامعة ليستر، 1999، ص. 130.

.24 Vodolazhskaya L. الساعات الشمسية التحليلية والأفقية من العصر البرونزي (ساحل البحر الأسود الشمالي). علم الفلك الأثري والتقنيات
القديمة ،(1)1 ،2013 الصفحات من 68 إلى 88.
